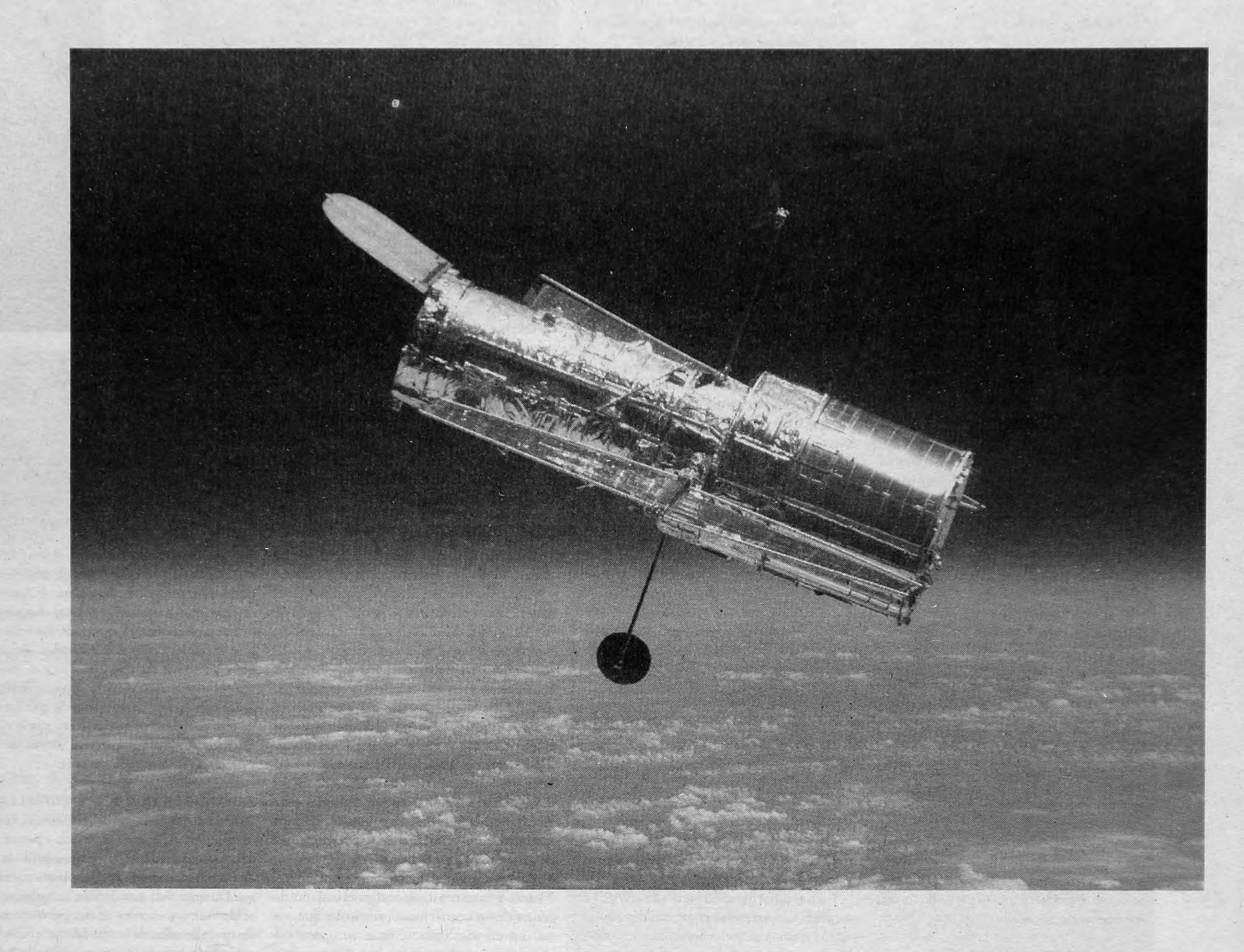


1990-2000: EL TELESCOPIO ESPACIAL CUMPLE 10 AÑOS EN ORBITA

La década del Hubble

El Telescopio Espacial Hubble se ha convertido en uno de los éxitos más fenomenales para la historia de la ciencia: ha fotografiado planetas, extrañas nebulosas, galaxias lejanas y enigmáticos quasares con una calidad muy superior a la de cualquier aparato terrestre. Sus mediciones precisas ayudaron a entender mejor la escala del universo, su velocidad de expansión y en consecuencia, su edad. En esta entrega de **Futuro**, el décimo aniversario de un telescopio que no ha dejado de sorprender a los astrónomos: desde que está en órbita, el Hubble parece redescubrir el universo día a día.

PALEOANTROPOLOGIA

Las muñecas de Lucy

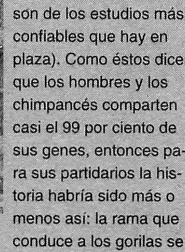
POR ILEANA LOTERSZTAIN

¿Qué aspecto tenían nuestros antepasados hace unos cinco millones de años? Esa es una pregunta que no se puede contestar todavía. Esas criaturas son una de las figuritas más difíciles del álbum de la especie humana. Pero ahora los paleoantropólogos consiguieron un buen dato para agregar. Parece que los primeros homínidos se desplazaban por el suelo en cuatro patas, apoyándose en los nudillos, como lo hacen hoy los gorilas y los chimpancés.

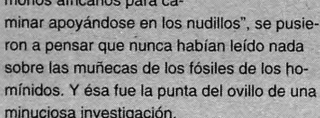
LUCY ATACA DE NUEVO

Las evidencias vinieron de quién sino de Lucy, la niña mimada de la paleoantropología. Desde que el antropólogo Don Johanson lo encontrara en Etiopía en 1973, el esqueleto de esta Australopithecus afarensis no deja de ser noticia. Primero fue su pelvis, después sus piernas (**Futuro**, 30-10-99) y ahora sus muñecas. Pero en este último caso, los huesos de Lucy revelan un secreto muy antiguo que hasta ahora estuvo muy bien guardado. Si bien Lucy y su pandilla eran bípedos de pies a cabeza, sus antepasados se movían como los chimpancés. Al menos eso creen Brian Richmond y David Strait, de la Universidad George Washington, en Estados Unidos.

A este par de antropólogos, el momento de inspiración les llegó después de tropezar con unos viejos trabajos sobre la fisiología de los primates, en la Institución Smithsoniana en Washington. Richmond cuenta que después de leer algo sobre "las adaptaciones de los monos africanos para caminar apoyándose en los nudillos", se pusieron a pensar que nunca habían leído nada sobre las muñecas de los fósiles de los homínidos. Y ésa fue la punta del ovillo de una minuciosa investigación.



POCO A POCO SE SUMAN PIEZAS AL ROMPECABEZAS DE NUESTRA ESPECIE.



MUCHAS TEORIAS PARA POCOS HUESOS

Mucha gente cree que los antropólogos y los paleontólogos se pasan toda la vida recorriendo lugares exóticos en busca de fósiles. Al menos eso es lo que muestran las películas. Pero las cosas no son tan así. En realidad, esta gente pasa la mayor parte de su tiempo encerrada en un laboratorio analizando huesos ya conocidos y tratando de probar con ellos nuevas teorías. Eso fue justamente lo que hicieron Richmond y Strait. Y después de escudriñar durante meses las manos de la estrella de la paleoantropología, no les quedó ninguna duda: las rígidas muñecas de Lucy hablan de que sus antepasados (y los nuestros) caminaban sobre sus nudillos.

Ahora, ¿por qué las muñecas de Lucy nunca le llamaron la atención a nadie? Muy simple: Lucy demostró que hace más de tres millones de años los homínidos ya habían estrenado su nueva (y exclusiva) forma de andar por la vida. Es lógico, entonces, que los paleoantropólogos se hayan fascinado con su cintura y sus piernas y no hayan reparado en sus manos. Porque además, Lucy no usaba sus muñecas para caminar. Para ella eran como nuestras muelas de juicio o nuestro "huesito dulce": vestigios de estructuras que fueron imprescindibles allá lejos y hace tiempo, pero que hoy son tan útiles como un cenicero en una moto.

Entusiasmado con el descubrimiento, el dúo se puso a analizar las manos de otros homínidos primitivos. Y encontró que el *Australopithecus anamensis*, un contemporáneo de Lucy que vivió en Kenia, tenía las muñecas iguales a las de su pariente.

EL ARTE DE CAMINAR CON LOS NUDILLOS

Los gorilas, los chimpancés y los fósiles de algunos homínidos primitivos tienen una prolongación del antebrazo que mantiene la muñeca rígida y le impide moverse en un ángulo mayor de treinta grados, para evitar que colapse bajo el peso del cuerpo. Richmond cree que las articulaciones móviles, que les permitieron a los descendientes de Lucy fabricar herramientas y cazar, aparecieron con el Australopithecus africanus, hace unos dos millones y medio de años.

Pero, ¿cuándo usaron los homínidos sus nudillos para caminar? Richmond supone que hace unos cinco millones de años. "Aunque no hay ni un solo fósil de ese período, al menos ahora encontramos ecos de nuestros antepasados más primitivos en los fósiles que sí tenemos".

A ARMAR EL ARBOLITO

Los hallazgos de Richmond y Strait reavivaron uno de los debates más calientes de la paleoantropología: la forma que tiene el árbol genealógico de nuestra especie. El grueso de los especialistas cree ciegamente en los análisis genéticos (que son de los estudios más confiables que hay en plaza). Como éstos dicen que los hombres y los chimpancés comparten casi el 99 por ciento de sus genes, entonces para sus partidarios la historia habría sido más o menos así: la rama que conduce a los gorilas se separó primero y los chimpancés y los homínidos siguieron juntos unos cuantos años más (y por eso son más parecidos genéticamente).

Pero el árbol genético tiene su talón de Aquiles: las evidencias anatómicas muestran que, a diferencia de los homínidos, los gorilas y los chimpancés caminan apoyándose sobre los nudillos. Para los paleoantropólogos que no compran la hipótesis genética, ésta es una señal irrefutable de que la rama que se abrió primero fue la que llevó a los homínidos y que el arte de caminar con los nudillos tomó forma después en la línea que daría origen a los simios.

De cualquier manera, los defensores del árbol genético no se dejan amedrentar por sus colegas y sacaron de la galera una hipótesis que les permite explicar las evidencias anatómicas. La justificación (un tanto forzada) sería que, como los gorilas fueron los primeros en cortarse solos, entonces el andar sobre los nudillos apareció dos veces (en forma independiente) en el paisaje evolutivo: una para los chimpancés y otra para los gorilas. ¿Posible? Sí. ¿Improbable? También.

CON UNA AYUDITA DE LOS AMIGOS

Ahora que Richmond y Strait le echaron el ojo a Lucy, las cosas pintan mucho mejor para los genetistas. Si el antepasado común de los tres usaba los nudillos para caminar, las evidencias genéticas y las anatómicas cierran perfectamente: la característica surgió una única vez y los simios la conservaron. Los homínidos simplemente perdimos el hábito de caminar en cuatro patas en algún recodo de nuestro camino evolutivo y empezamos a ensayar nuevas formas de locomoción.

Y ahora la pregunta obligada es cuál será el próximo hueso de Lucy que sume otra pieza al rompecabezas de la historia de nuestra especie. Se aceptan apuestas.

POR MARIANO RIBAS



La mañana del 24 de abril de 1990 fue particularmente emotiva para los astrónomos de todo el mundo. Y especialmente tensa para los cinco astronautas del transbordador espacial Discovery, que acababa de despegar del Centro Espacial Kennedy, en Estados Unidos. Y no era para menos, porque en la bodega de la nave viajaba el instrumento científico más caro de todos los tiempos: una mole de 11 toneladas, que se daba el lujo de llevar el apellido de uno de los astrónomos más grandes del siglo XX.

Al día siguiente, y ya con un poco más de calma, la tripulación del Discovery se preparó para la maniobra final: cuando habían alcanzado una altura de más de 600 kilómetros por encima de la superficie terrestre, la bodega se abrió, y el brazo robot de la nave tomó delicadamente al distinguido pasajero, y finalmente lo soltó al espacio. Y allí quedó, en órbita, girando alrededor de la Tierra. Ya de regreso, los astronautas le echaron una última mirada. Y esa imagen debe haber sido impactante: un brillante cilindro plateado, tan grande como un vagón de tren, recortado contra el negro más profundo que pueda imaginarse. Era el final de un breve viaje, y el inicio de una nueva era para la astronomía: hace diez años, el Telescopio Espacial Hubble comenzaba a desperezarse, y cuando abrió los ojos por primera vez, cambió para siempre nuestra manera de ver el universo.

ASTRONOMIA BARRIAL

De entrada, el gran objetivo del Hubble fue la astronomía extragaláctica: observar quasares y galaxias lejanísimas, medir distancias, velocidades y, en la medida de lo posible, llegar a tocar los bordes del universo. Sin embargo, durante estos años, el telescopio también se hizo su tiempo para tareas un poco más barriales, convirtiéndose en un verdadero explorador planetario. En Marte, observó y fotografió las famosas tormentas de polvo, siguiendo su evolución. Y también, registró las variaciones estacionales (avances y retrocesos) de sus casquetes polares, y la formación de nubes. Mirando un poco más lejos, el Hubble obtuvo exquisitas vistas de la colorida y turbulenta atmósfera de Júpiter, incluyendo primeros planos y seguimientos de su famosa Gran Mancha Roja (un huracán gaseoso descomunal, mucho más grande que la Tierra). Y hasta consiguió imágenes bastante decentes de sus cuatro lunas principales que, vistas con un telescopio terrestre, son poco más que simples puntitos de luz. Y en Saturno, captó "in fraganti" a una espectacular tormenta atmosférica, e incluso, observó un fenómeno bien conocido en la Tierra: las auroras. Y obviamente, también se ocupó de su célebre sistema de anillos.

URANO, NEPTUNO Y PLUTÓN

Pero los verdaderos desafíos para el Hubble eran los planetas más lejanos: Urano, Neptuno y Plutón. Para los mejores telescopios terrestres, los dos primeros suelen ser insignificantes bolitas carentes de todo detalle. El Hubble, en cambio, mostró dos discos bien definidos, y con detalles. Y algunos, muy interesantes: en junio de 1994, el telescopio descubrió que una enorme mancha oscura en la atmósfera de Neptuno, que había sido observada por la nave *Voyager* en 1989, ya no estaba, delatando una interesante dinámica meteorológica. Y poco más tarde, en el mismo planeta, el Hubble fue testigo de la formación de otra nueva mancha, acompañada por brillantes nubes. ¿Y Plutón? Evidentemente era el hueso más duro de roer: es tan chico y está tan lejos, que para los aparatos tradicionales, nunca pasó de ser un escuálido puntito de luz (encima, es el único planeta de la familia solar que nunca fue visitado por ninguna nave espacial). Bueno, en cierto modo, el Hubble lo hizo: por primera vez, se detectaron borrosas diferencias de brillo en la esquiva cara del noveno planeta.

UN SHOW APARTE

Sin dudas, uno de los *hits* del Telescopio Espacial Hubble fueron sus imágenes –que muchos llamaron el *evento astronómico del siglo*–: los impactos de los fragmentos del cometa Sho emaker Levy 9 (SL9) contra el planeta Júpiter El inusual show ocurrió en julio de 1994, y er esperado con muchísima ansiedad por los astró nomos de todo el mundo. El SL9 era un pobr cometa que, en 1992, tuvo la poca viveza d acercarse demasiado al gigante planeta. Y en tonces, fue completamente destruido por la fuer te marea gravitacional de Júpiter. Así, el SL9 s convirtió en una colección de veinte fragmen tos, que marchando como un especie de tren suicida, terminaron estrellándose dos años má tarde contra la gruesa atmósfera de Júpiter. Y dejaron unas transitorias marcas oscuras real mente impresionantes, que pudieron verse tam bién con telescopios de aficionados. Todo este espectáculo fue seguido "en vivo y en directo" por el Hubble, que, desde la órbita terrestre, re gistró con lujo de detalles todo lo que iba suce diendo en ese escenario tan lejano como violen to. Y los astrónomos, con una sonrisa de oreja a oreja, no se perdieron de nada.

ESPIANDO LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

Otra de las premisas del Hubble era conver tirse en una especie de *paparazzi espacial*. Casi irrespetuosamente, se la pasó espiando la vida de las estrellas, desde la cuna, hasta sus muer tes. Durante toda esta década, su aguda mirada se clavó una y otra vez en los gigantescos cria deros de estrellas de la Vía Láctea, como la fa mosa Nebulosa de Orión, o la Nebulosa Agui la, cuyos impresionantes pilares de gas y polvo se convirtieron en una de las imágenes más fa mosas obtenidas por el telescopio. En estas ne bulosas, y en muchas otras, el Hubble detectó montones de protoestrellas (estrellas en forma ción) y confirmó que los discos protoplaneta rios (futuros sistemas solares) son bastante co munes.

El Hubble se cansó además de fotografiar es-

EL HUBBLE: UNA HISTORIA

POR M. R.

El Hubble está por cumplir diez años, pero su historia viene desde más atrás. La idea de construir un telescopio espacial comenzó a rodarse a fines de la década del 60, una época en la que las primeras naves interplanetarias se acercaban tímidamente a la Luna, Marte y Venus, mientras los astronautas pioneros salían de paseo por el espacio cercano, preparando el terreno para el inolvidable alunizaje del Apolo XI. Ya a principios de los setenta, la cosa estaba más encaminada, y en la NASA algunos borradores hablaban de un tal *Large Space Telescope* (Gran Telescopio Espacial). Claro, uno podría preguntarse: ¿para qué tomarse el trabajo de llevar un telescopio al espacio? Al fin de cuentas, los telescopios terrestres parecen trabajar bastante bien. Sin embargo, desde los tiempos de Galileo, los telescopios han tenido una enemiga fatal: nuestra atmósfera, que se las arregla bastante bien para estropear la calidad de las imágenes

PALEOANTROPOLOGIA

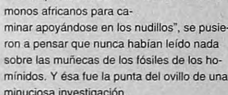
Las muñecas de Lucy

POR ILEANA LOTERSZTAIN

¿Qué aspecto tenían nuestros antepasados hace unos cinco millones de años? Esa es una pregunta que no se puede contestar todavía. Esas criaturas son una de las figuritas más difíciles del álbum de la especie humana. Pero ahora los paleoantropólogos consiguieron un buen dato para agregar. Parece que los primeros homínidos se desplazaban por el suelo en cuatro patas, apoyándose en los nudillos, como lo hacen hoy los gorilas y los chimpancés.

LUCY ATACA DE NUEVO

Las evidencias vinieron de quién sino de Lucy, la niña mimada de la paleoantropología. Desde que el antropólogo Don Johanson lo encontrara en Etiopía en 1973, el esqueleto de esta Australopithecus afarensis no deja de ser noticia. Primero fue su pelvis, después sus piernas (**Futuro**, 30-10-99) y ahora sus muñecas. Pero en este último caso, los huesos de Lucy revelan un secreto muy antiguo que hasta ahora estuvo muy bien guardado. Si bien Lucy y su pandilla eran bípedos de pies a cabeza, sus antepasados se movían como los chimpancés. Al menos eso creen Brian Richmond y David Strait, de la Universidad George Washington, en Estados Unidos.




POCO A POCO SE SUMAN PIEZAS AL ROMPECABEZAS DE NUESTRA ESPECIE.

A este par de antropólogos, el momento de inspiración les llegó después de tropezar con unos viejos trabajos sobre la fisiología de los primates, en la Institución Smithsoniana en Washington. Richmond cuenta que después de leer algo sobre "las adaptaciones de los monos africanos para caminar apoyándose en los nudillos", se pusieron a pensar que nunca habían leído nada sobre las muñecas de los fósiles de los homínidos. Y ésa fue la punta del ovillo de una minuciosa investigación.

MUCHAS TEORIAS PARA POCOS HUESOS

Mucha gente cree que los antropólogos y los paleontólogos se pasan toda la vida recorriendo lugares exóticos en busca de fósiles. Al menos eso es lo que muestran las películas. Pero las cosas no son tan así. En realidad, esta gente pasa la mayor parte de su tiempo encerrada en un laboratorio analizando huesos ya conocidos y tratando de probar con ellos nuevas teorías. Eso fue justamente lo que hicieron Richmond y Strait. Y después de escudriñar durante meses las manos de la estrella de la paleoantropología, no les quedó ninguna duda: las rígidas muñecas de Lucy hablan de que sus antepasados (y los nuestros) caminaban sobre sus nudillos.

Ahora, ¿por qué las muñecas de Lucy nunca le llamaron la atención a nadie? Muy simple: Lucy demostró que hace más de tres millones de años los homínidos ya habían estrenado su nueva (y exclusiva) forma de andar por la vida. Es lógico, entonces, que los paleoantropólogos se hayan fascinado con su cintura y sus piernas y no hayan reparado en sus manos. Porque además, Lucy no usaba sus muñecas para caminar. Para ella eran como nuestras muelas de juicio o nuestro "huesito dulce": vestigios de estructuras que fueron imprescindibles allá lejos y hace tiempo, pero que hoy son tan útiles como un cenicero en una moto.

Entusiasmado con el descubrimiento, el dúo se puso a analizar las manos de otros homínidos primitivos. Y encontró que el *Australopithecus anamensis*, un contemporáneo de Lucy que vivió en Kenia, tenía las muñecas iguales a las de su pariente.

EL ARTE DE CAMINAR CON LOS NUDILLOS

Los gorilas, los chimpancés y los fósiles de algunos homínidos primitivos tienen una prolongación del antebrazo que mantiene la muñeca rígida y le impide moverse en un ángulo mayor de treinta grados, para evitar que colapse bajo el peso del cuerpo. Richmond cree que las articulaciones móviles, que les permitieron a los descendientes de Lucy fabricar herramientas y cazar, aparecieron con el Australopithecus africanus, hace unos dos millones y medio de años.

Pero, ¿cuándo usaron los homínidos sus nudillos para caminar? Richmond supone que hace unos cinco millones de años. "Aunque no hay ni un solo fósil de ese período, al menos ahora encontramos ecos de nuestros antepasados más primitivos en los fósiles que sí tenemos".

A ARMAR EL ARBOLITO

Los hallazgos de Richmond y Strait reavivaron uno de los debates más calientes de la paleoantropología: la forma que tiene el árbol genealógico de nuestra especie. El grueso de los especialistas cree ciegamente en los análisis genéticos (que son de los estudios más confiables que hay en plaza). Como éstos dicen que los hombres y los chimpancés comparten casi el 99 por ciento de sus genes, entonces para sus partidarios la historia habría sido más o menos así: la rama que conduce a los gorilas se separó primero y los chimpancés y los homínidos siguieron juntos unos cuantos años más (y por eso son más parecidos genéticamente).

Pero el árbol genético tiene su talón de Aquiles: las evidencias anatómicas muestran que, a diferencia de los homínidos, los gorilas y los chimpancés caminan apoyándose sobre los nudillos. Para los paleoantropólogos que no compran la hipótesis genética, ésta es una señal irrefutable de que la rama que se abrió primero fue la que llevó a los homínidos y que el arte de caminar con los nudillos tomó forma después en la línea que daría origen a los simios.

De cualquier manera, los defensores del árbol genético no se dejan amedrentar por sus colegas y sacaron de la galera una hipótesis que les permite explicar las evidencias anatómicas. La justificación (un tanto forzada) sería que, como los gorilas fueron los primeros en cortarse solos, entonces el andar sobre los nudillos apareció dos veces (en forma independiente) en el paisaje evolutivo: una para los chimpancés y otra para los gorilas. ¿Posible? Sí. ¿Improbable? También.

CON UNA AYUDITA DE LOS AMIGOS

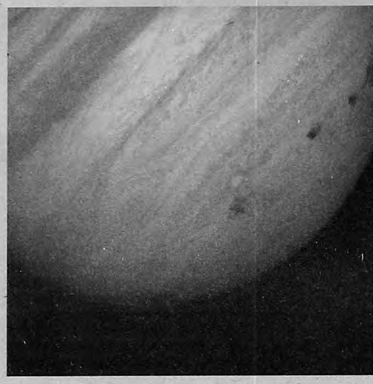
Ahora que Richmond y Strait le echaron el ojo a Lucy, las cosas pintan mucho mejor para los genetistas. Si el antepasado común de los tres usaba los nudillos para caminar, las evidencias genéticas y las anatómicas cierran perfectamente: la característica surgió una única vez y los simios la conservaron. Los homínidos simplemente perdimos el hábito de caminar en cuatro patas en algún recodo de nuestro camino evolutivo y empezamos a ensayar nuevas formas de locomoción.

Y ahora la pregunta obligada es cuál será el próximo hueso de Lucy que sume otra pieza al rompecabezas de la historia de nuestra especie. Se aceptan apuestas.

POR MARIANO RIBAS

La mañana del 24 de abril de 1990 fue particularmente emotiva para los astrónomos de todo el mundo. Y especialmente tensa para los cinco astronautas del transbordador espacial Discovery, que acababa de despegar del Centro Espacial Kennedy, en Estados Unidos. Y no era para menos, porque en la bodega de la nave viajaba el instrumento científico más caro de todos los tiempos: una mole de 11 toneladas, que se daba el lujo de llevar el apellido de uno de los astrónomos más grandes del siglo XX.

Al día siguiente, y ya con un poco más de calma, la tripulación del Discovery se preparó para la maniobra final: cuando habían alcanzado una altura de más de 600 kilómetros por encima de la superficie terrestre, la bodega se abrió, y el brazo robot de la nave tomó delicadamente al distinguido pasajero, y finalmente lo soltó al espacio. Y allí quedó, en órbita, girando alrededor de la Tierra. Ya de regreso, los astronautas le echaron una última mirada. Y esa imagen debe haber sido impactante: un brillante cilindro plateado, tan grande como un vagón de tren, recortado contra el negro más profundo que pueda imaginarse. Era el final de un breve viaje, y el inicio de una nueva era para la astronomía: hace diez años, el Telescopio Espacial Hubble comenzaba a desperezarse, y cuando abrió los ojos por primera vez, cambió para siempre nuestra manera de ver el universo.



ASTRONOMIA BARRIAL

De entrada, el gran objetivo del Hubble fue la astronomía extragaláctica: observar quasares y galaxias lejanísimas, medir distancias, velocidades y, en la medida de lo posible, llegar a tocar los bordes del universo. Sin embargo, durante estos años, el telescopio también se hizo su tiempo para tareas un poco más barriales, convirtiéndose en un verdadero explorador planetario. En Marte, observó y fotografió las famosas tormentas de polvo, siguiendo su evolución. Y también, registró las variaciones estacionales (avances y retrocesos) de sus casquetes polares, y la formación de nubes. Mirando un poco más lejos, el Hubble obtuvo exquisitas vistas de la colorida y turbulenta atmósfera de Júpiter, incluyendo primeros planos y seguimientos de su famosa Gran Mancha Roja (un huracán gaseoso descomunal, mucho más grande que la Tierra). Y hasta consiguió imágenes bastante decentes de sus cuatro lunas principales que, vistas con un telescopio terrestre, son poco más que simples puntitos de luz. Y en Saturno, captó "in fraganti" a una espectacular tormenta atmosférica, e incluso, observó un fenómeno bien conocido en la Tierra: las auroras. Y obviamente, también se ocupó de su célebre sistema de anillos.

URANO, NEPTUNO Y PLUTÓN

Pero los verdaderos desafíos para el Hubble eran los planetas más lejanos: Urano, Neptuno y Plutón. Para los mejores telescopios terrestres, los dos primeros suelen ser insignificantes bolitas carentes de todo detalle. El Hubble, en cambio, mostró dos discos bien definidos, y con detalles. Y algunos, muy interesantes: en junio de 1994, el telescopio descubrió que una enorme mancha oscura en la atmósfera de Neptuno, que había sido observada por la nave *Voyager* en 1989, ya no estaba, delatando una interesante dinámica meteorológica. Y poco más tarde, en el mismo planeta, el Hubble fue testigo de la formación de otra nueva mancha, acompañada por brillantes nubes. ¿Y Plutón? Evidentemente era el hueso más duro de roer: es tan chico y está tan lejos, que para los aparatos tradicionales, nunca pasó de ser un escuálido puntito de luz (encima, es el único planeta de la familia solar que nunca fue visitado por ninguna nave espacial). Bueno, en cierto modo, el Hubble lo hizo: por primera vez, se detectaron borrosas diferencias de brillo en la esquiva cara del noveno planeta.

UN SHOW APARTE

Sin dudas, uno de los *hits* del Telescopio Espacial Hubble fueron sus imágenes –que muchos llamaron el *evento astronómico del siglo*–: los impactos de los fragmentos del cometa Shoemaker Levy 9 (SL9) contra el planeta Júpiter. El inusual show ocurrió en julio de 1994, y era esperado con muchísima ansiedad por los astrónomos de todo el mundo. El SL9 era un pobre cometa que, en 1992, tuvo la poca viveza de acercarse demasiado al gigante planeta. Y entonces, fue completamente destruido por la fuerte marea gravitacional de Júpiter. Así, el SL9 se convirtió en una colección de veinte fragmentos, que marchando como un especie de tren suicida, terminaron estrellándose dos años más tarde contra la gruesa atmósfera de Júpiter. Y dejaron unas transitorias marcas oscuras realmente impresionantes, que pudieron verse también con telescopios de aficionados. Todo este espectáculo fue seguido "en vivo y en directo" por el Hubble, que, desde la órbita terrestre, registró con lujo de detalles todo lo que iba sucediendo en ese escenario tan lejano como violento. Y los astrónomos, con una sonrisa de oreja a oreja, no se perdieron de nada.

ESPIANDO LA VIDA DE LAS ESTRELLAS

Otra de las premisas del Hubble era convertirse en una especie de *paparazzi espacial*. Casi irrespetuosamente, se la pasó espiando la vida de las estrellas, desde la cuna, hasta sus muertes. Durante toda esta década, su aguda mirada se clavó una y otra vez en los gigantescos criaderos de estrellas de la Vía Láctea, como la famosa Nebulosa de Orión, o la Nebulosa Aguila, cuyos impresionantes pilares de gas y polvo se convirtieron en una de las imágenes más famosas obtenidas por el telescopio. En estas nebulosas, y en muchas otras, el Hubble detectó montones de protoestrellas (estrellas en formación) y confirmó que los discos protoplanetarios (futuros sistemas solares) son bastante comunes.

El Hubble se cansó además de fotografiar estrellas casi agonizantes, como la espectacular Eta Carina, en nuestra galaxia, con sus enormes burbujas de gas en expansión y otras que directamente ya han muerto –o se están muriendo–, originando espectaculares nebulosas de todas las formas y colores imaginables, intrincadas formaciones gaseosas que obligan a los astrónomos a explicar los complejos mecanismos que las producen.



(ARRIBA IZQUIERDA): SATURNO, DONDE EL TELESCOPIO CAPTÓ "IN FRAGANTI" A UNA ESPECTACULAR TORMENTA ATMOSFÉRICA. Y ARRIBA DERECHA: EL HUBBLE.

(ABAJO): **LA DEEP FIELD**, 1500 GALAXIAS DESPARRAMADAS EN LOS CONFINES DEL UNIVERSO. UNA DE LAS FOTOS MAS IMPACTANTES TOMADAS POR EL HUBBLE.

De entrada, el gran objetivo del Hubble fue la astronomía extragaláctica: observar quasares y galaxias lejanísimas, medir distancias, velocidades y, en la medida de lo posible, llegar a tocar los bordes del universo.

MISTERIOS EN LOS NUCLEOS GALACTICOS

Desde hace tiempo, los científicos sospechan que, tal vez, los núcleos de muchas galaxias –sino todas– esconden gigantescos agujeros negros, monstruos que, para saciar su apetito gravitacional, se la pasarían devorando las estrellas y las nubes de gas de sus alrededores. Y claro, otra de las premisas de arranque del Hubble era tratar de confirmar esta terrible hipótesis. Después de observar cuidadosamente los núcleos de unas cuantas galaxias relativamente cercanas (como la famosa Andrómeda), el telescopio ha descubierto indicios sumamente sugerentes. Y una de las pistas más firmes proviene de la megagalaxia elíptica *M 87*, una isla cósmica formada por 1 billón de estrellas (varias veces más que nuestra Vía Láctea). Hace unos años, el telescopio espacial detectó un enorme disco de gas en el corazón de M87. Y después de algunas mediciones, los astrónomos llegaron a una asombrosa conclusión: parece que ese disco de materia está girando rápidamente alrededor de "algo" no demasiado grande, pero tremendamente masivo: unas 2000 millones de masas solares. No existe ninguna cosa "normal" que en un volumen relativamente chico pueda concentrar tanta materia. Y por eso, muchos piensan que el Hubble ha obtenido una evidencia absolutamente categórica que delata la presencia de un superagujero negro en M87.

PRUEBAS DE FUEGO

Planetas, estrellas, nebulosas, galaxias cercanas... todo eso estaba muy bien, pero las verdaderas pruebas de fuego para el Hubble eran determinar la edad del universo y, también, observar los "objetos de frontera", aquellos que están a distancias de miles de millones de años luz. En esta categoría están los siempre enigmáticos –y nunca bien observados– quasares, objetos increíblemente energéticos y luminosos no mucho más grandes que nuestro Sistema Solar. Desde su descubrimiento, en 1963, se han lanzado distintas teorías sobre la salvaje naturaleza de los quasares, y muchas de ellas coinciden en un punto: probablemente, sean los afiebrados núcleos de ciertas galaxias. Pero hasta hace no mucho tiempo, esto era muy difícil de comprobar con los telescopios tradicionales. Y nuevamente, el Hubble lo hizo: a mediados de los 90, y mediante un técnica muy ingeniosa –que consiste en bloquear el brillo de los quasares para ver qué tienen alrededor–, el telescopio descubrió sutiles detalles alrededor de muchos de ellos. Y esos detalles parecen ser las siluetas (mucho menos brillantes) de las galaxias que contienen a las quasares en sus centros. Es un paso adelante, sin dudas, pero de todos modos, todavía falta mucho para resolver el misterio de los quasares.

GALAXIAS DESPARRAMADAS

Si uno tuviese que armar un ranking con las fotos más estremecedoras tomadas por el Hubble (cosa que les encanta a los norteamericanos), hay una que, sin dudas, estaría en los primeros puestos: la llamada "Deep Field" (Campo Profundo). En diciembre de 1995, el telescopio fue apuntado a un pequeño parche de cielo, en dirección a la constelación de la Osa Mayor. Allí, aparentemente, no había nada. Y durante diez días, los instrumentos del aparato fueron "integrando" lentamente una imagen (lo que en términos fotográficos sería la exposición). El resultado de esa paciente tarea dejó con la boca abierta al equipo del Hubble: la foto mostraba un verdadero desparramo de galaxias –unas mil quinientas en total– en los confines del universo, a miles y miles de millones de años luz de distancia. Lo que esa imagen mostraba era parte de la temprana historia del cosmos, porque la luz de esas galaxias había viajado miles de millones de años hasta llegar al gran espejo del telescopio. Y por lo tanto, se las veía como eran hace miles de millones de años. En cierto modo, el Hubble había viajado hacia atrás en el tiempo, acercándose a la infancia del universo.

LA EDAD DEL COSMOS

Y a propósito de tiempo: además de la observación del espacio profundo, la otra cuestión clave era averiguar la edad del cosmos. Y para eso, a lo largo de los 90, distintos grupos de astrónomos utilizaron al telescopio para determinar la famosa "Constante de Hubble" (que al igual que el telescopio, lleva el nombre del astrónomo norteamericano que descubrió que el universo está en expansión). Ese dato es la llave para resolver el problema de la edad: si uno sabe a qué velocidad marcha el universo, y también sabe su tamaño actual, es posible calcular con cierta precisión el tiempo que le ha tomado llegar hasta ese tamaño desde los tiempos del Big Bang. Y para averiguar su valor, hay que medir distancias y velocidades de distintas galaxias. Hubo idas y venidas, y por momentos, los datos parecieron completamente disparatados: una de las mediciones –de 1994– le daba al universo una edad de 8 o 9 mil millones de años... ¡mucho menos que la de algunas estrellas! Pero en los últimos tiempos los datos se afinaron un poco, y la edad se estableció en torno de unos más razonables 12 o 13 mil millones de años. De todos modos, las sorpresas siguieron estando a la hora del día: en 1998, y apoyándose en las observaciones del Hubble, dos grupos de astrónomos lanzaron la bomba de que el universo se estaba acelerando y que, posiblemente, la causa sería una suerte de "antigravedad". Pero todo eso está por verse.

Mientras tanto, el Telescopio Espacial Hubble sigue allí arriba, dando vueltas alrededor de la Tierra, y listo para celebrar su décimo aniversario. Al parecer, su vida útil –mantenimiento mediante– se estiraría por otros diez años más. Y por eso, es muy probable que este maravilloso cofre de sorpresas astronómicas siga dando que hablar. Así sea.

EL HUBBLE: UNA HISTORIA

POR M. R.

El Hubble está por cumplir diez años, pero su historia viene desde más atrás. La idea de construir un telescopio espacial comenzó a rodarse a fines de la década del 60, una época en la que las primeras naves interplanetarias se acercaban tímidamente a la Luna, Marte y Venus, mientras los astronautas pioneros salían de paseo por el espacio cercano, preparando el terreno para el inolvidable alunizaje del Apolo XI. Ya a principios de los setenta, la cosa estaba más encaminada, y en la NASA algunos borradores hablaban de un tal *Large Space Telescope* (Gran Telescopio Espacial). Claro, uno podría preguntarse: ¿para qué tomarse el trabajo de llevar un telescopio al espacio? Al fin de cuentas, los telescopios terrestres parecen trabajar bastante bien. Sin embargo, desde los tiempos de Galileo, los telescopios han tenido una enemiga fatal: nuestra atmósfera, que se las arregla bastante bien para estropear la calidad de las imágenes de todo lo que está allí afuera. Por lo tanto, hacerle una gambeta a la atmósfera es una muy buena idea. Es simple. En el espacio, un telescopio pequeño puede *rendir* mucho más que cualquier gigante en la superficie: mucho más contraste, mucha mejor definición, en definitiva, una mejor vista del universo son las ventajas de estar en órbita. Y bien, en 1977, la NASA, con la colaboración de la *Agencia Espacial Europea*, inició la construcción del telescopio que muchos astrónomos veían en sus sueños. Pero por una u otra razón, la cosa se hizo lenta, tediosa, con idas y venidas, hasta que trece años más tarde, y con otro nombre –el del astrónomo norteamericano Edwin Hubble, que en la década del 20 descubrió que el universo estaba en expansión–, el chiche parecía estar listo...

UN TROPEZON NO ES UNA CAIDA

Pero no. A pocos meses de su estreno, llegó el gran fiasco: el Telescopio Espacial Hubble tenía un serio defecto óptico en su espejo principal, un disco de vidrio aluminizado de 2,4 metros de diámetro. Y fue un escándalo total, porque, entre otras cosas, había costado nada más y nada menos que 1600 millones de dólares. Entonces, muchas mentes estrechas, que en su vida se habían preocupado por levantar la mirada al cielo, aprovecharon la oportunidad para atacarlo con furia: "¿para qué gastar tanta plata en algo así... para qué sirve...?", decían.

De todos modos, el Hubble se las arregló como pudo. En la Tierra, sus imágenes eran pasablemente corregidas con computadoras y procesadores de imágenes. Así, por ejemplo, obtuvo la mejor imagen de Saturno nunca antes conseguida. Pero no era cuestión de andar para siempre con precarias muletas. Por eso, en diciembre de 1993, la NASA despachó a un transbordador con siete astronautas y todo un impecable set de ópticas correctivas. Y lo dejaron como nuevo. El Hubble, corregido de su miopía, había vuelto a nacer.

NOVEDADES EN CIENCIA

LAS MARAVILLAS DEL SIGLO XX

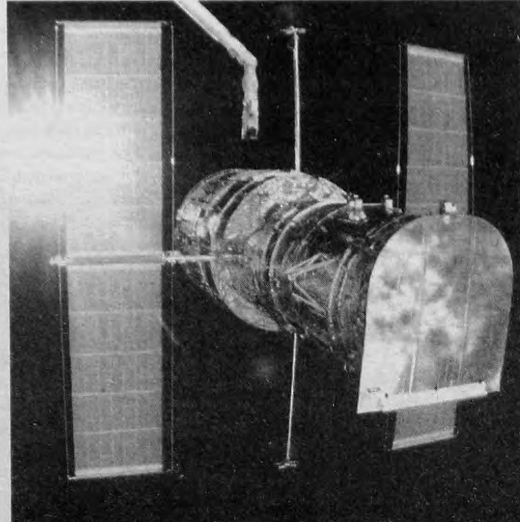
SCIENTIFIC AMERICAN El siglo que está por terminar ha sido una época de impresionantes logros científicos y tecnológicos. A manera de megabalance, la *Academia Nacional de Ingeniería de los Estados Unidos* organizó una encuesta para determinar cuáles fueron los 20 inventos o "maravillas de la ingeniería" que más influyeron en la calidad de vida de la sociedad durante los últimos cien años. El resultado final del trabajo –realizado sobre las sociedades de ingenieros más importantes de Estados Unidos– fue un ranking encabezado, muy razonablemente, por la electrificación del mundo. Hubo algunas curiosidades, por ejemplo Internet quedó detrás de los sistemas de refrigeración o la aparición del teléfono, que es un invento del siglo XIX (aunque recién se desarrolló a principios del siglo XX). Para el gran anuncio de los *TOP twenty*, los miembros de la academia eligieron –como no podía ser de otra manera– a uno de los personajes del siglo: el astronauta Neil Armstrong, el primer ser humano que pisó la Luna. Aquí va la lista:

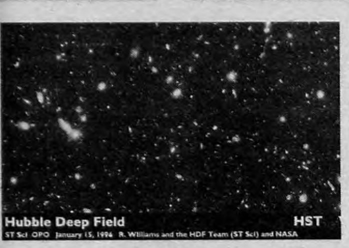
1) La electrificación
2) Los autos
3) Los aviones
4) La provisión y distribución del agua
5) La electrónica
6) Radio y televisión
7) La mecanización agrícola
8) Las computadoras
9) El teléfono
10) Aire acondicionado y refrigeración
11) Las autopistas
12) Naves espaciales
13) Internet
14) Tecnologías de la imagen
15) Artefactos domésticos
16) Tecnologías de salud
17) Tecnologías del petróleo y gas
18) El láser y la fibra óptica
19) Tecnologías nucleares
20) Fibras sintéticas y otros.

¿EL TE COMBATE LA OSTEOPOROSIS?

nature Todavía no hay certezas, pero sí buenos indicios: al parecer, el té podría ser un arma sencilla y eficaz contra la osteoporosis (una enfermedad que afecta principalmente a las mujeres mayores de edad y que se caracteriza por una baja densidad de minerales en los huesos). Recientemente, investigadores de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, descubrieron una posible conexión entre la ingesta cotidiana de té (una costumbre típicamente británica si las hay) y la menor incidencia de osteoporosis. Luego de examinar a más de mil doscientas mujeres de entre 65 y 76 años, la doctora Kay-Tee Khaw y sus colegas observaron que aquellas que tomaban, al menos, una taza de té por día, mostraban una mayor densidad de minerales en los huesos de la cadera y de la base de la columna. El té contiene unas sustancias químicas llamadas isoflavonoides, y según Khaw, sería la clave de su beneficiosa acción sobre el sistema óseo.







(ARRIBA IZQUIERDA): SATURNO, DONDE EL TELESCOPIO CAPTÓ "IN FRAGANTI" A UNA ESPECTACULAR TORMENTA ATMOSFÉRICA. Y ARRIBA DERECHA: EL HUBBLE.

(ABAJO): **LA DEEP FIELD**, 1500 GALAXIAS DESPARRAMADAS EN LOS CONFINES DEL UNIVERSO. UNA DE LAS FOTOS MAS IMPACTANTES TOMADAS POR EL HUBBLE.

De entrada, el gran objetivo del Hubble fue la astronomía extragaláctica: observar quasares y galaxias lejanísimas, medir distancias, velocidades y, en la medida de lo posible, llegar a tocar los bordes del universo.

trellas casi agonizantes, como la espectacular Eta Carina, en nuestra galaxia, con sus enormes burbujas de gas en expansión y otras que directamente ya han muerto –o se están muriendo–, originando espectaculares nebulosas de todas las formas y colores imaginables, intrincadas formaciones gaseosas que obligan a los astrónomos a explicar los complejos mecanismos que las producen.

MISTERIOS EN LOS NUCLEOS GALACTICOS

Desde hace tiempo, los científicos sospechan que, tal vez, los núcleos de muchas galaxias –sino todas– esconden gigantescos agujeros negros, monstruos que, para saciar su apetito gravitacional, se la pasarían devorando las estrellas y las nubes de gas de sus alrededores. Y claro, otra de las premisas de arranque del Hubble era tratar de confirmar esta terrible hipótesis. Después de observar cuidadosamente los núcleos de unas cuantas galaxias relativamente cercanas (como la famosa Andrómeda), el telescopio ha descubierto indicios sumamente sugerentes. Y una de las pistas más firmes proviene de la megagalaxia elíptica *M 87*, una isla cósmica formada por 1 billón de estrellas (varias veces más que nuestra Vía Láctea). Hace unos años, el telescopio espacial detectó un enorme disco de gas en el corazón de M87. Y después de algunas mediciones, los astrónomos llegaron a una asombrosa conclusión: parece que ese disco de materia está girando rápidamente alrededor de "algo" no demasiado grande, pero tremendamente masivo: unas 2000 millones de masas solares. No existe ninguna cosa "normal" que en un volumen relativamente chico pueda concentrar tanta materia. Y por eso, muchos piensan que el Hubble ha obtenido una evidencia absolutamente categórica que delata la presencia de un superagujero negro en M87.

PRUEBAS DE FUEGO

Planetas, estrellas, nebulosas, galaxias cercanas... todo eso estaba muy bien, pero las verdaderas pruebas de fuego para el Hubble eran determinar la edad del universo y, también, observar los "objetos de frontera", aquellos que están a distancias de miles de millones de años luz. En esta categoría están los siempre enigmáticos –y nunca bien observados– quasares, objetos increíblemente energéticos y luminosos no mucho más grandes que nuestro Sistema Solar. Desde su descubrimiento, en 1963, se han lanzado distintas teorías sobre la salvaje naturaleza de los quasares, y muchas de ellas coinciden en un punto: probablemente, sean los afiebrados núcleos de ciertas galaxias. Pero hasta hace no mucho tiempo, esto era muy difícil de comprobar con los telescopios tradicionales. Y nuevamente, el Hubble lo hizo: a mediados de los 90, y mediante un técnica muy ingeniosa –que consiste en bloquear el brillo de los quasares para ver qué tienen alrededor–, el telescopio descubrió sutiles detalles alrededor de muchos de ellos. Y esos detalles parecen ser las siluetas (mucho menos brillantes) de las galaxias que contienen a los quasares en sus centros. Es un paso adelante, sin dudas, pero de todos modos, todavía falta mucho para resolver el misterio de los quasares.

GALAXIAS DESPARRAMADAS

Si uno tuviese que armar un ranking con las fotos más estremecedoras tomadas por el Hubble (cosa que les encanta a los norteamericanos), hay una que, sin dudas, estaría en los primeros puestos: la llamada "Deep Field" (Campo Profundo). En diciembre de 1995, el telescopio fue apuntado a un pequeño parche de cielo, en dirección a la constelación de la Osa Mayor. Allí, aparentemente, no había nada. Y durante diez días, los instrumentos del aparato fueron "integrando" lentamente una imagen (lo que en términos fotográficos sería la exposición). El resultado de esa paciente tarea dejó con la boca abierta al equipo del Hubble: la foto mostraba un verdadero desparramo de galaxias –unas mil quinientas en total– en los confines del universo, a miles y miles de millones de años luz de distancia. Lo que esa imagen mostraba era parte de la temprana historia del cosmos, porque la luz de esas galaxias había viajado miles de millones de años hasta llegar al gran espejo del telescopio. Y por lo tanto, se las veía como eran hace miles de millones de años. En cierto modo, el Hubble había viajado hacia atrás en el tiempo, acercándose a la infancia del universo.

LA EDAD DEL COSMOS

Y a propósito de tiempo: además de la observación del espacio profundo, la otra cuestión clave era averiguar la edad del cosmos. Y para eso, a lo largo de los 90, distintos grupos de astrónomos utilizaron al telescopio para determinar la famosa "Constante de Hubble" (que al igual que el telescopio, lleva el nombre del astrónomo norteamericano que descubrió que el universo está en expansión). Ese dato es la llave para resolver el problema de la edad: si uno sabe a qué velocidad marcha el universo, y también sabe su tamaño actual, es posible calcular con cierta precisión el tiempo que le ha tomado llegar hasta ese tamaño desde los tiempos del Big Bang. Y para averiguar su valor, hay que medir distancias y velocidades de distintas galaxias. Hubo idas y venidas, y por momentos, los datos parecieron completamente disparatados: una de las mediciones –de 1994– le daba al universo una edad de 8 o 9 mil millones de años... ¡mucho menos que la de algunas estrellas! Pero en los últimos tiempos los datos se afinaron un poco, y la edad se estableció en torno de unos más razonables 12 o 13 mil millones de años. De todos modos, las sorpresas siguieron estando a la hora del día: en 1998, y apoyándose en las observaciones del Hubble, dos grupos de astrónomos lanzaron la bomba de que el universo se estaba acelerando y que, posiblemente, la causa sería una suerte de "antigravedad". Pero todo eso está por verse.

Mientras tanto, el Telescopio Espacial Hubble sigue allí arriba, dando vueltas alrededor de la Tierra, y listo para celebrar su décimo aniversario. Al parecer, su vida útil –mantenimiento mediante– se estiraría por otros diez años más. Y por eso, es muy probable que este maravilloso cofre de sorpresas astronómicas siga dando que hablar. Así sea.

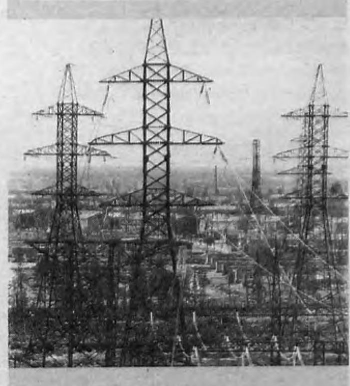
de todo lo que está allí afuera. Por lo tanto, hacerle una gambeta a la atmósfera es una muy buena idea. Es simple. En el espacio, un telescopio pequeño puede *rendir* mucho más que cualquier gigante en la superficie: mucho más contraste, mucha mejor definición, en definitiva, una mejor vista del universo son las ventajas de estar en órbita. Y bien, en 1977, la NASA, con la colaboración de la *Agencia Espacial Europea*, inició la construcción del telescopio que muchos astrónomos veían en sus sueños. Pero por una u otra razón, la cosa se hizo lenta, tediosa, con idas y venidas, hasta que trece años más tarde, y con otro nombre –el del astrónomo norteamericano Edwin Hubble, que en la década del 20 descubrió que el universo estaba en expansión–, el chiche parecía estar listo...

UN TROPEZON NO ES UNA CAIDA

Pero no. A pocos meses de su estreno, llegó el gran fiasco: el Telescopio Espacial Hubble tenía un serio defecto óptico en su espejo principal, un disco de vidrio aluminizado de 2,4 metros de diámetro. Y fue un escándalo total, porque, entre otras cosas, había costado nada más y nada menos que 1600 millones de dólares. Entonces, muchas mentes estrechas, que en su vida se habían preocupado por levantar la mirada al cielo, aprovecharon la oportunidad para atacarlo con furia: "¿para qué gastar tanta plata en algo así... para qué sirve...?", decían.

De todos modos, el Hubble se las arregló como pudo. En la Tierra, sus imágenes eran pasablemente corregidas con computadoras y procesadores de imágenes. Así, por ejemplo, obtuvo la mejor imagen de Saturno nunca antes conseguida. Pero no era cuestión de andar para siempre con precarias muletas. Por eso, en diciembre de 1993, la NASA despachó a un transbordador con siete astronautas y todo un impecable set de ópticas correctivas. Y lo dejaron como nuevo. El Hubble, corregido de su miopía, había vuelto a nacer.

NOVEDADES EN CIENCIA



LAS MARAVILLAS DEL SIGLO XX

SCIENTIFIC AMERICAN El siglo que está por terminar ha sido una época de impresionantes logros científicos y tecnológicos. A manera de megabalance, la *Academia Nacional de Ingeniería de los Estados Unidos* organizó una encuesta para determinar cuáles fueron los 20 inventos o "maravillas de la ingeniería" que más influyeron en la calidad de vida de la sociedad durante los últimos cien años. El resultado final del trabajo –realizado sobre las sociedades de ingenieros más importantes de Estados Unidos– fue un ranking encabezado, muy razonablemente, por la electrificación del mundo. Hubo algunas curiosidades, por ejemplo Internet quedó detrás de los sistemas de refrigeración o la aparición del teléfono, que es un invento del siglo XIX (aunque recién se desarrolló a principios del siglo XX). Para el gran anuncio de los *TOP twenty*, los miembros de la academia eligieron –como no podía ser de otra manera– a uno de los personajes del siglo: el astronauta Neil Armstrong, el primer ser humano que pisó la Luna. Aquí va la lista:

1) La electrificación
2) Los autos
3) Los aviones
4) La provisión y distribución del agua
5) La electrónica
6) Radio y televisión
7) La mecanización agrícola
8) Las computadoras
9) El teléfono
10) Aire acondicionado y refrigeración
11) Las autopistas
12) Naves espaciales
13) Internet
14) Tecnologías de la imagen
15) Artefactos domésticos
16) Tecnologías de salud
17) Tecnologías del petróleo y gas
18) El láser y la fibra óptica
19) Tecnologías nucleares
20) Fibras sintéticas y otros.

¿EL TE COMBATE LA OSTEOPOROSIS?

nature Todavía no hay certezas, pero sí buenos indicios: al parecer, el té podría ser un arma sencilla y eficaz contra la osteoporosis (una enfermedad que afecta principalmente a las mujeres mayores de edad y que se caracteriza por una baja densidad de minerales en los huesos). Recientemente, investigadores de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, descubrieron una posible conexión entre la ingesta cotidiana de té (una costumbre típicamente británica si las hay) y la menor incidencia de osteoporosis. Luego de examinar a más de mil doscientas mujeres de entre 65 y 76 años, la doctora Kay-Tee Khaw y sus colegas observaron que aquellas que tomaban, al menos, una taza de té por día, mostraban una mayor densidad de minerales en los huesos de la cadera y de la base de la columna. El té contiene unas sustancias químicas llamadas isoflavonoides, y según Khaw, sería la clave de su beneficiosa acción sobre el sistema óseo.

AGENDA CIENTIFICA

CUMBRE CIENTIFICA MUNDIAL DE LA UNIVERSIDAD DEL SALVADOR
La Universidad del Salvador organiza la *Cumbre Científica Mundial-Jubileo Año 2000* –Buenos Aires, Ushuaia, Antártida– entre los días 25 y 29 de abril. Entre los invitados se encontrarán renombradas personalidades del mundo científico-académico, empresarial y diplomático. Los paneles serán: Ciencia, Sociedad y Empresa; Ciencia y Salud; Desarrollo y Globalización; Ciencia, Universidad y Empresa; Globalización e Integración; Ciencia, Educación y Comunicación; Ciencia y Medio ambiente y Desafíos éticos del desarrollo científico-técnico para el siglo XXI, etc. Estarán presentes además el presidente de la Nación, Dr. Fernando de la Rúa, los premios Nobel Ilya Prigogine (Química, 1977) y Jean Dausset (medicina, 1980), el filósofo Edgar Morin, etc. Para mayor información: Universidad del Salvador, tel. 4815-2906/3564/4302 y 4812-4625, E-mail: infocumbre@jubileo2000.org /www. jubileo2000.org

UNIVERSIDAD DE QUILMES
La Universidad de Quilmes informa que está abierta la inscripción para los cursos en "Economía, cultura y sociedad del Noroeste argentino" entre los días 9 y 18 de mayo y "Liposomas: la nueva generación de medicamentos. Del laboratorio biotecnológico a la industria" el 8 y 9 de mayo. Para mayor información: tel. 4365-7137, E-mail: posgrado@unq.edu.ar

CHARLA DE LOS VIERNES
El próximo viernes 28 a las 18.00 hs. se llevará a cabo la tradicional charla de los viernes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. En esta oportunidad: *Qué hacen los moléculas cuando se enciende la luz. Un flash de luz sobre la fotoquímica*, a cargo del Dr. Pedro Aramendia, profesor del Departamento de Química inorgánica de la FCEyNUBA. La charla se realizará en el aula seis del Pabellón II de Ciudad Universitaria.

LIBROS Y PUBLICACIONES

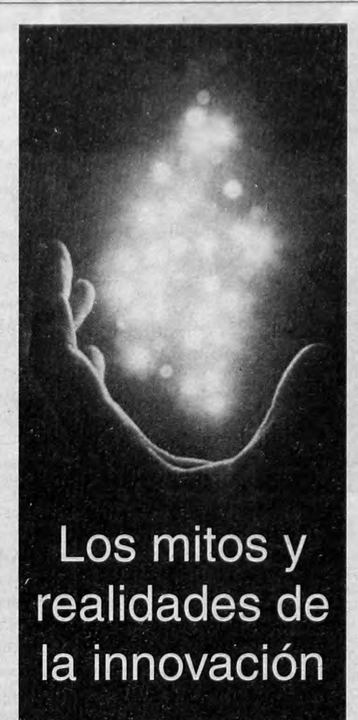


TEMAS AMBIENTALES DE HOY QUE TODO DOCENTE DEBE CONOCER
Irene Wais de Badgen, Georgina Gentile e Inge Thiel
Ed. Magisterio del Río de la Plata, 111 pág.

A partir de la reforma educativa, implementada a través de la Ley Federal de Educación, los contenidos de estudio para los ciclos de EGB incluyen la enseñanza de temas ambientales. En este sentido se presenta *Temas ambientales de hoy que todo docente debe conocer*, como una guía de ayuda a los docentes de los tres primeros ciclos de EGB, que quieran llevar adelante la enseñanza de temas referidos a ecología y medio ambiente. Las autoras establecen pautas y temáticas orientadoras, destinadas a la práctica y a la reflexión en clase, en torno de la ecología y los temas sociales relacionados con el medio ambiente. Entre los temas tratados, se cuentan las fuentes de energía, los recursos naturales y la depredación de la flora y la fauna, la contaminación nuclear, la industrialización, etc. En el trabajo, cada capítulo –organizado y estructurado como una unidad temática específica– planteado como actividad práctica se completa con un glosario final.

OPINION

Los mitos y realidades de la innovación



POR EMILIO MENDEZ *
El País de Madrid

La innovación está de moda. Los economistas nos hablan de ella como el motor del desarrollo. Los periodistas nos informan sobre incontables reuniones y seminarios donde se discute cómo fomentarla. Las compañías, en sus anuncios, nos aseguran de su filosofía innovadora. Los científicos reclaman más recursos para la investigación sobre la base de que ésta es esencial para la innovación.

En todo escrito o conferencia sobre innovación es de rigor emparejar este término con los de investigación y desarrollo o con el de patente, preferiblemente en alta tecnología. Pero, a pesar de tantos pronunciamientos, apenas se oye decir qué se entiende por innovación, con lo que se corre el riesgo de hablar de cosas diferentes y de que la palabra se convierta en un cliché sin contenido. Para ser innovador, un producto o un servicio nuevo tiene que ser aceptado por el mercado y producir ganancias muy superiores a las de los otros productos. En definitiva, lo que caracteriza a toda innovación es la novedad unida a un gran éxito económico; sólo unas pocas crean además mercados nuevos en direcciones insospechadas.

BASE CIENTIFICA

Por supuesto, muchas de las innovaciones modernas tienen una base científica y tecnológica. Sin embargo, en contra de lo que suele repetirse, pasado un cierto umbral, no existe una relación directa entre el nivel de innovación de un país y su desarrollo científico o tecnológico, ni aquél se mide por el número de patentes. El Reino Unido tiene más de 70 premios Nobel en ciencia y medicina, y a pesar de ello su tradición innovadora es pobre. La Unión Europea gasta en investigación aproximadamente el mismo porcentaje del producto interior bruto que Estados Unidos, y los europeos publican más artículos científicos que los norteamericanos. En cambio, casi ninguna de las grandes industrias del siglo XXI es de creación europea. En términos absolutos, el número de patentes japonesas casi dobla al de Estados Unidos; por habitante, el de éste es casi tres veces menor que el de Corea. Pese a estas cifras, nadie duda de la enorme ventaja norteamericana en cuanto a innovación se refiere.

INNOVAR NO ES INVENTAR

Tampoco es innovación sinónimo de invención. Edison, el inventor por antonomasia, era, al parecer, pésimo para desarrollar productos con éxito comercial. Un producto tan revolucionario como el videocasete había sido ya inventado por Ampex para uso profesional en 1954. Fueron los esfuerzos japoneses en los años setenta por hacerlo más pequeño, sencillo y barato lo que lo convirtió en un producto con éxito fulminante entre el público general. Los láseres de semiconductores fueron prácticamente inútiles durante 20 años, hasta que en la década de los ochenta fueron incorporados en los sistemas de discos compactos y de transmisiones por fibra óptica.

Otro error frecuente es creer que todas las innovaciones modernas dependen de la tecnología más reciente o que han de ser técnicamente superiores a los productos que sustituyen. Las notas adhesivas fueron desarrolladas por la compañía 3M a partir de un pegamento que había fracasado en otras aplicaciones, mientras que la tecnología más de punta no ha sido suficiente para salvar de la bancarrota a la compañía que introdujo la telefonía móvil intercontinental hace dos años. Si revolucionario fue el circuito integrado, también lo fue antes la introducción de la línea de producción, y, más modestamente, el cajero automático o incluso el modelo de negocio creado por McDonald's.

¿POLITICAS PUBLICAS?

¿Son acaso los grandes programas gubernamentales los que determinan que la innovación florezca en unos países y no en otros? El caso de Japón es ilustrativo. Su Ministerio de Comercio e Industria ha creado en los últimos años varios proyectos gigantescos destinados a fomentar la innovación, que, según la revista *The Economist*, el mismo ministerio reconoce que han sido una pérdida de tiempo.

Las raíces de la capacidad de innovación de un país hay que buscarlas en su historia y su cultura. La innovación exige una mentalidad más interesada en lo práctico que en lo teórico, abierta a la noción de provisionalidad y cambio. Pero, sobre todo, para desarrollarse, la innovación requiere una cultura que favorezca el riesgo, recompense el éxito y no penalice demasiado el fracaso. Por eso no debe extrañar que Estados Unidos –un país de inmigrantes que mantiene el espíritu pionero de los primeros colonizadores europeos– esté a la cabeza en este terreno. La tradición calvinista de depender de sí mismo y no del Estado, de culparse uno mismo antes que al sistema si las cosas no vienen bien, sigue aún viva en Estados Unidos.

Los norteamericanos son optimistas y creen que pueden conseguir lo que a otros parece imposible: el 78 por ciento de ellos piensa que se puede llegar a rico habiendo nacido pobre. La ambición –de riqueza, de poder y de fama– está bien vista por la sociedad y ésta la recompensa con largueza. En resumen, la innovación nace de un espíritu connatural con el capitalismo.

* *Emilio Méndez es catedrático de Física de la Universidad del Estado de Nueva York en Stony Brook, Estados Unidos.*

FINAL DE JUEGO

donde los filósofos llegan a una estación de servicio, solucionan la paradoja de Berry y proponen una receta para la inmortalidad

POR LEONARDO MOLEDO

De pronto, el revoltijo mineral y biológico que había desatado el final de la tormenta les deparó una sorpresa, cuando pudieron comprobar que desembocaba, de manera totalmente repentina e inesperada en una estación de servicio perfectamente equipada, pero sin que pudiera verse a su alrededor camino alguno por donde pudieran llegar los automóviles.

–Qué suerte que no vinimos en automóvil –dijo Putnam–. Porque si hubiéramos venido en automóvil, no estaríamos aquí.

El encargado de la estación era un hombre afable. Un cintillo estaba posado pacíficamente en su hombro.

–¿Cuántos litros, jefe? –le preguntó a Putnam, que encabezaba la hilera y después de atravesar una puerta de vidrio agujereada por numerosos impactos de bala había llegado primero al mostrador– ¿Aceite? ¿Lubricante?

–Todas las estaciones de servicio tienen teléfono –contestó Putnam–. Esta es una estación de servicio, por lo tanto aquí debe haber un teléfono.

–No solamente debe haber un teléfono –dijo Carnap– sino que además, Sócrates es mortal.

–¿Cómo saben el nombre de mi tío? –se asombró el encargado de la estación, cuyo tío materno efectivamente se llamaba Sócrates y hacía dieciocho años que no salía de la sala de terapia intensiva, víctima de una devastadora enfermedad terminal–. ¿Y cómo saben que es mortal? Miren que los propios médicos ya desesperan de que se muera alguna vez.

–El problema de la paradoja de Berry –dijo Smullyan– es que decir "el menor de los números que no puede ser definido en menos de treinta y cinco palabras" es una descripción precisa de ese número paradojal, pero la idea de "descripción precisa" no está bien definida, a menos que se haga dentro de un lenguaje formal, cosa que el castellano, obviamente, no es.

–Lo mismo que pasa con la "verdad" –dijo Carnap–. Como demostró en su momento el lógico Alfred Tarski, la verdad de las oraciones en castellano no es definible dentro del propio castellano, porque si lo fuera, tendríamos la oración paradójica: "Esta oración no es verdad".

Pero el encargado, por lo visto, no era demasiado propenso a las sutilezas de la filosofía: "La familia está harta de esperar la herencia", dijo.

–Tal vez su tío Sócrates haya descubierto la famosa receta de la inmortalidad de los sabios de Oriente –dijo Putnam.

–¿Y cuál es la receta de la inmortalidad? –preguntó Goodman.

–Ah –dijo Putnam–, es una receta muy sencilla, pero infalible. Todo lo que hay que hacer es: 1) Siempre decir la verdad, nunca hacer ninguna declaración falsa en el futuro y 2) decir simplemente: "repetiré esta oración mañana". Siguiendo esas instrucciones, se alcanza la inmortalidad.

–Qué lástima que Quine no haya ensayado esa receta –dijo Carnap–. Ahora estaría entre nosotros.

El encargado de la estación de servicio se quedó mirándolos dubitativamente. El cintillo voló suavemente desde su hombro y se posó sobre una pila de latas de grasa para camiones.

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿El tío del encargado conoce la receta de la inmortalidad? ¿Creen que la receta funciona? ¿Por qué el cintillo voló hacia las latas de grasa para camiones? Y sobre todo... ¿notaron que los filósofos no mostraron ningún apuro por conseguir un teléfono y llamar a la policía?